

**JJF** (皖)

# 安徽省地方计量技术规范

JJF (皖) 106—2020

---

## 大量程数显千分表校准规范

Calibration Specification for  
Wide Range Electronic Digital Display Indicator

2020-11-30 发布

2021-01-01 实施

---

安徽省市场监督管理局 发布

# 大量程数显千分表 校准规范

Calibration Specification for Wide  
Range Electronic Digital Display  
Indicator

JJF (皖) 106-2020

归口单位：安徽省几何量计量技术委员会

主要起草单位：安庆市计量测试所

参加起草单位：无锡市景达数控电器厂

本规范委托安徽省几何量计量技术委员会解释

**本规范主要起草人：**

李 品（安庆市计量测试所）

李艳武（安庆市计量测试所）

方联欧（安庆市计量测试所）

金海庆（安庆市计量测试所）

**本规范参加起草人：**

华 明（无锡市景达数控电器厂）

# 目 录

目 录.....	I
引 言.....	III
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 概述.....	1
4 计量特性.....	2
4.1 测头测量面的表面粗糙度.....	2
4.2 行程.....	2
4.3 测量力.....	2
4.4 示值漂移.....	2
4.5 示值变动性.....	2
4.6 示值误差.....	2
4.7 回程误差.....	2
5 校准条件.....	3
5.1 环境条件.....	3
5.2 测量标准及其他设备.....	3
6 校准方法.....	3
6.1 测头的测量面的表面粗糙度.....	3
6.2 指示表的行程.....	3
6.3 测量力.....	4
6.4 示值漂移.....	4
6.5 示值变动性.....	4
6.6 示值误差.....	4
6.7 回程误差.....	5
7 校准结果表达.....	5
8 复校时间间隔.....	5
附录 A 大量程数显千分表示值误差测量结果的不确定度评定示例.....	6
附录 B 大量程数显千分表校准记录 (式样) .....	10

---

附录 C 校准证书或校准报告内容.....	13
附录 D 校准结果 (式样) .....	14

# 引 言

本规范编制依据 JJF1071—2010《国家计量校准规范编写规则》，JJF1001—2011《通用计量术语及定义》和 JJF1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》，并充分考虑了 GB/T18761—2007《电子数显指示表》等规范和标准的要求。

本规范为首次制定。

# 大量程数显千分表校准规范

## 1 范围

本规范适用于分辨力为 0.001mm、0.005mm，测量范围上限大于 10mm，且小于等于 30 mm 的大量程数显千分表（以下简称指示表）的校准。

## 2 引用文件

下列文件中的条款通过引用而成为本规范的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本规范，然而，鼓励根据本规范达成协议的各方研究是否使用这些文件的最新版本。本规范引用了下列文件：

GB/T 18761-2007 电子数显指示表

## 3 概述

大量程数显千分表是一种采用线性编码器和数字显示技术，将测头的微小直线位移量通过数字形式显示出来的一种位移指示计量器具。主要用于测量制件的尺寸和形状、位置误差等，其结构形式见图 1 所示。

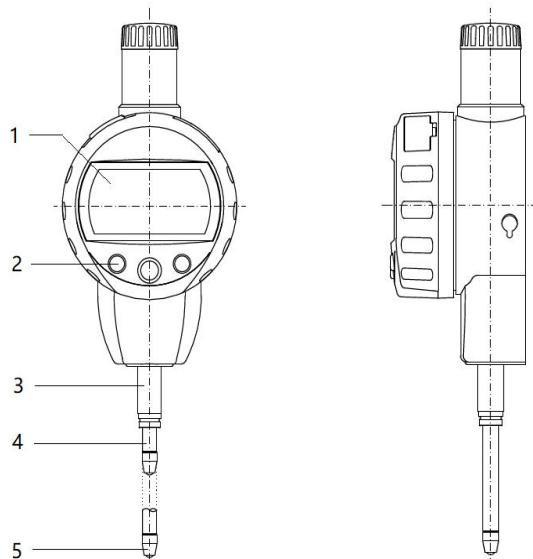


图 1 大量程数显千分表外形结构示意图

1—显示屏；2—功能按键；3—轴套；4—测杆；5—测头

## 4 计量特性

### 4.1 测头测量面的表面粗糙度

指示表的测头测量面的表面粗糙度不超过表 1 的规定。

表 1 表面粗糙度  $\mu\text{m}$

测头材料	钢	硬质合金
测头测量面的表面粗糙度	$Ra0.1$	$Ra0.2$

### 4.2 行程

指示表的行程应超过测量范围上限，超过量不小于 0.5mm。

### 4.3 测量力

指示表的测量力不应大于表 2 的规定。

表 2 测量力 N

分辨力	最大测量力	测量力变化	测量力落差
0.001mm	2.2	0.8	1.0
0.005mm	2.2	1.0	1.0

### 4.4 示值漂移

指示表的测杆在任意位置时，1 小时内的示值漂移应不大于其分辨力。

### 4.5 示值变动性

分辨力为 0.001mm 的指示表的示值变动性应不超过 0.003mm，分辨力为 0.005mm 的指示表的示值变动性应不超过 0.005mm。

### 4.6 示值误差

指示表的示值误差应不超过表 3 的规定。

### 4.7 回程误差

指示表的回程误差应不超过表 3 的规定。

表 3 示值误差和回程误差 mm

分辨力	示值误差				回程误差
	任意 0.02	任意 0.2	任意 1.0	全程	
0.001	0.002	0.003	0.005	0.010	0.003
0.005	—	0.010	0.010	0.015	0.005



注：1、任意 0.02 mm 段指 (0~0.02) mm, (0.02~0.04) mm, ... (0.98~1.00) mm 等一系列 0.02 mm 测量段。

2、任意 0.2 mm 段指 (0~0.2) mm, (0.2~0.4) mm, ... (2.8~3.0) mm 等一系列 0.2 mm 测量段。

3、任意 1.0 mm 段指 (0~1) mm, (1~2) mm, ... (29~30) mm 等一系列 1 mm 测量段。

4、校准不判断合格与否, 上述计量特性仅供参考。

## 5 校准条件

### 5.1 环境条件

校准指示表的室内温度在  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$  范围内, 温度变化每小时不超过  $1^\circ\text{C}$ 。校准前, 指示表和校准用标准器在室内等温平衡时间不少于 2h。校准室内湿度不大于 80%RH。

### 5.2 测量标准及其他设备

大量程数显千分表校准项目和标准器及配套设备见表 4。

表 4 校准项目和标准器及配套设备

序号	校准项目	标准器及配套设备
1	测头测量面的表面粗糙度	表面粗糙度比较样块 MPE: +12%~-17%
2	行程	-----
3	测量力	测力仪 MPE: $\pm 2.0\%$ (分度值或分辨力不大于 0.1N)
4	示值漂移	-----
5	示值变动性	刚性表架、平面工作台
6	示值误差	光栅式指示表检定仪 MPEV: $2\mu\text{m}/30\text{mm}$
7	回程误差	

## 6 校准方法

校准前应先检查外观、显示和各部分相互作用, 指示表在正常使用状态下, 测杆的运动应平稳、灵活、无卡滞现象, 确定无影响计量特性因素后再进行校准。

### 6.1 测头的测量面的表面粗糙度

用表面粗糙度比较样块比较测量。

### 6.2 指示表的行程

手动试验和目力观察。

### 6.3 测量力

将指示表可靠的紧固在测力装置上，在指示表工作行程的始、中、末 3 个位置分别测量。正行程测量完后继续使指示表测杆正行程移动 10 个分辨力左右，再进行反行程测量。

正行程中的最大测力值为指示表的最大测量力；正行程中最大测力值与最小测力值之差为测量力变化；各位置正行程测力值与反行程测力值之差的绝对值为测量力落差，取三个位置测量力落差的最大值作为指示表的测量力落差。

### 6.4 示值漂移

将指示表测杆固定在工作行程内任意位置上，在 1h 内每隔 15min 观察并记录其示值，取最大变化值作为指示表示值漂移。

### 6.5 示值变动性

将指示表装夹在刚性表架上，使测量杆轴线垂直于平面工作台，在工作行程的始、中、末附近三个位置上，分别提升测杆 5 次，5 次中示值最大值与最小值之差即为该位置上的示值变动性，取三个位置上的最大值作为指示表的示值变动性。

### 6.6 示值误差

将指示表可靠地紧固在光栅式指示表检定仪上，使测杆处于水平或垂直向下的状态，压缩测杆约 0.2 mm 左右，将检定仪和指示表置零后开始校准，在测杆正行程方向上，选择相应的测量间隔（测量间隔见表 5）进行测量直至全行程，继续压缩测杆 10 个分辨力左右，再进行反行程测量。在整个测量过程中，不得改变测杆的移动方向，也不应对指示表和检定仪作任何调整。指示表各点的示值误差  $\Delta$  由公式 (1) 计算。

$$\Delta = L_d - L_s \quad (1)$$

式中：

$\Delta$  ——示值误差，mm 或  $\mu\text{m}$ ；

$L_d$  ——指示表示值，mm；

$L_s$  ——光栅式指示表检定仪示值，mm。

表 5 指示表测量间隔 mm

分辨力	工作行程	测量间隔
0.001	0~1	0.02
	1~3	0.1
	3~30	1.0
0.005	0~10	0.2
	10~30	1.0

注：指示表测量间隔可以根据需要，适当缩小，以增加测量点。

指示表（分辨力为 0.001 mm）任意 0.02 mm 的示值误差，由正行程（0~1）mm 范围内任意相邻两点示值误差之差的绝对值的最大值来确定。

指示表（分辨力为 0.001 mm、0.005 mm）任意 0.2 mm 的示值误差，由正行程（0~3）mm 范围内，任意 0.2 mm 测量段内所得的示值误差中最大值与最小值之差的最大值确定。

指示表（分辨力为 0.001 mm、0.005 mm）任意 1.0 mm 的示值误差，由全量程正行程范围内，任意 1mm 测量段内所得的示值误差中最大值与最小值之差的最大值确定。

指示表全量程示值误差由全量程正行程范围内各点示值误差的最大值与最小值之差确定。

## 6.7 回程误差

在示值误差校准完成后，取正、反行程同一点示值误差之差的绝对值的最大值为回程误差。

推荐使用表 4 所列仪器，允许使用其他满足不确定度要求的标准器进行校准。

## 7 校准结果表达

经校准的指示表出具校准证书，校准证书的内容和格式见附录 C。

## 8 复校时间间隔

复校时间间隔由用户根据实际使用情况自主决定，建议不超过 1 年。

## 附录 A

## 大量程数显千分表示值误差测量结果的不确定度评定示例

## A.1 概述

A.1.1 测量依据：JJF (皖) 106—2020 大量程数显千分表校准规范。

A.1.2 环境条件：温度  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，湿度不大于 80%RH。

A.1.3 测量对象：量程为 25 mm 和 12.5mm，分辨力为 0.001 mm 的大量程电子数显千分指示表全量程示值误差。

A.1.4 测量标准：光栅式指示表检定仪。

A.1.5 测量过程：在符合规定要求的环境条件下，按照规定的测量间隔进行正向测量，取正行程中各点示值误差中最大值与最小值之差为全量程示值误差。

## A.2 测量模型

$$\Delta = L_d - L_s + L_d \cdot a_d \cdot \Delta t_d - L_s \cdot a_s \cdot \Delta t_s \quad (1)$$

式中：

$\Delta$ ——指示表全量程示值误差；

$L_d$ ——指示表在  $20^\circ\text{C}$  时的示值；

$L_s$ ——光栅式指示表检定仪在  $20^\circ\text{C}$  时的示值；

$a_d, a_s$ ——分别为指示表和光栅式指示表检定仪线膨胀系数；

$\Delta t_d, \Delta t_s$ ——分别为指示表和指示表检定仪温度偏离  $20^\circ\text{C}$  的数值。

由于  $\Delta t_d, \Delta t_s$  由同一支温度计测得，两者具有相关性，为了便于数学处理过程，可将上式进行转换，使其各输入量标准不确定度独立不相关。

$$\text{令 } \delta_a = (a_d - a_s);$$

$$\text{则 } \Delta = L_d - L_s + L_d \cdot (\delta_a + a_s) \cdot \Delta t_d - L_s \cdot a_s \cdot \Delta t_s$$

$$= L_d - L_s + L_d \cdot \delta_a \cdot \Delta t_d + L_d \cdot a_s \cdot \Delta t_d - L_s \cdot a_s \cdot \Delta t_s$$

$$\text{取 } L \approx L_d \approx L_s; a \approx a_d \approx a_s; \Delta t \approx \Delta t_d \approx \Delta t_s$$

$$\text{令 } \delta_t = (\Delta t_d - \Delta t_s)$$

$$\text{则有 } \Delta = L_d - L_s + L \cdot \delta_a \cdot \Delta t + L \cdot a \cdot \Delta t_d - L \cdot a \cdot \Delta t_s$$

$$= L_d - L_s + L \cdot \Delta t \cdot \delta_a + L \cdot a \cdot \delta_t$$

### A.3 方差和灵敏系数

$$u^2 = c_1^2 u^2(L_d) + c_2^2 u^2(L_s) + c_3^2 u^2(\delta a) + c_4^2 u^2(\delta t) \quad (2)$$

$$c_1 = \frac{\partial e}{\partial L_d} = 1; \quad c_2 = \frac{\partial e}{\partial L_s} = -1; \quad c_3 = \frac{\partial e}{\partial \delta a} = L \times \Delta t; \quad c_4 = \frac{\partial e}{\partial \delta t} = L \times a$$

### A.4 各输入量的标准不确定度评定

#### A.4.1 输入量 $L_d$ 的标准不确定度 $u(L_d)$ 的评定

标准不确定度 $u(L_d)$ 由测量重复性引入时,在相同条件下,对指示表重复测量10次,由贝塞尔公式得实验标准差,则

$$\text{当 } L=12.5\text{mm 时, } u(L_{d1}) = s = 0.000281 \text{ mm}$$

$$\text{当 } L=25\text{mm 时, } u(L_{d2}) = s = 0.000635 \text{ mm}$$

指示表的分辨力引入的不确定度分量为 $\frac{0.001\text{mm}}{2\sqrt{3}} = 0.000289\text{mm}$

所以标准不确定度 $u(L_d)$ 不考虑分辨力引入的不确定度分量,只考虑由测量重复性引入的不确定度分量。

#### A.4.2 输入量 $L_s$ 的标准不确定度 $u(L_s)$ 的评定

标准不确定度 $u(L_s)$ 主要由光栅式指示表检定仪示值误差引入,由上级证书得到光栅式指示表检定仪示值误差在任意30mm范围内为 $2\mu\text{m}$ ,按均匀分布,则:

$$u(L_s) = \frac{2 \mu\text{m}}{\sqrt{3}} = 1.155 \mu\text{m} = 0.001155 \text{ mm}$$

#### A.4.3 输入量 $\delta_a$ 的标准不确定度 $u(\delta_a)$ 的评定

标准不确定度 $u(\delta a)$ 主要由指示表和光栅式指示表检定仪的热膨胀系数差 $\delta_a$ 引入,估计 $\delta_a$ 的界限为 $2 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ ,按三角分布,测量尺寸为 $L$ ,偏离标准温度的范围是 $\pm 5^\circ\text{C}$ ,则:

$$u(\delta_a) = \frac{2 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}}{\sqrt{6}} = 0.82 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$$

#### A.4.4 输入量 $\delta_t$ 的标准不确定度 $u(\delta_t)$ 的评定

标准不确定度 $u(\delta_t)$ 主要由指示表和光栅式指示表检定仪之间存在的温度差引入,估计以等概率分布在 $\pm 1^\circ\text{C}$ 范围内,按均匀分布,测量尺寸为 $L$ ,线性膨胀系数

为 $11.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ，则：

$$u(\delta_t) = \frac{1^{\circ}\text{C}}{\sqrt{3}} = 0.58^{\circ}\text{C}$$

#### A.4.5 不确定度来源汇总

当 $L=12.5\text{mm}$ 时，

表 6 不确定度计算汇总表

不确定度来源	标准不确定度值 $u(x)$	灵敏系数 $c_i$	$ c_i  \times u(x)$
测量重复性	0.000281mm	1	0.000281mm
光栅式指示表检定仪示值误差	0.001155 mm	-1	0.001155mm
指示表与检定仪的热膨胀系数差	$0.82 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	$12.5\text{mm} \times 5^{\circ}\text{C}$	0.000051mm
指示表与检定仪的温度差	0.58 $^{\circ}\text{C}$	$12.5\text{mm} \times 11.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	0.000083mm

当 $L=25\text{mm}$ 时，

表 7 不确定度计算汇总表

不确定度来源	标准不确定度值 $u(x)$	灵敏系数 $c_i$	$ c_i  \times u(x)$
测量重复性	0.000635mm	1	0.000635mm
光栅式指示表检定仪示值误差	0.001155 mm	-1	0.001155mm
指示表与检定仪的热膨胀系数差	$0.82 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	$25\text{mm} \times 5^{\circ}\text{C}$	0.000102mm
指示表与检定仪的温度差	0.58 $^{\circ}\text{C}$	$25\text{mm} \times 11.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	0.000167mm

#### A.5 合成标准不确定度

当 $L=12.5\text{mm}$ 时，

$$u_c = \sqrt{c_1^2 u^2(L_d) + c_2^2 u^2(L_s) + c_3^2 u^2(\delta_a) + c_4^2 u^2(\delta_t)} = 0.00119\text{mm}$$

当 $L=25\text{mm}$ 时，

$$u_c = \sqrt{c_1^2 u^2(L_d) + c_2^2 u^2(L_s) + c_3^2 u^2(\delta_a) + c_4^2 u^2(\delta_t)} = 0.00133\text{mm}$$

#### A.6 扩展不确定度

取  $k=2$ , 扩展不确定度如下:

当  $L=12.5\text{mm}$  时,  $U=\sqrt{2}k \times u_c=0.00337\text{mm}=3.4 \mu\text{m}$

当  $L=25\text{mm}$  时,  $U=\sqrt{2}k \times u_c=0.00266\text{mm}=3.8 \mu\text{m}$

## 附录 B

## 大量程数显千分表校准记录 (式样)

共 3 页 第 1 页

委托单位:		委托单位地址:	
器具名称:		型号/规格:	
出厂编号:		制造厂:	
测量范围:	mm	分辨力:	mm
校准前器具有效性检查:		校准后器具有效性检查:	
校准用仪器使用前状态:		校准用仪器使用后状态:	
标准器名称	型号/规格	编号	不确定度/准确度等级 /最大允许误差
			证书编号
...			
温度:	℃	相对湿度:	%
校准依据:	JJF(皖)106-2020 《大量程数显千分表校准规范》		
校准项目及校准结果:			
1、测头测量面的表面粗糙度 $Ra/\mu\text{m}$ :			
2、行程/ mm:			
3、 测量 力 /N	位置	正行程 测力值	反行程 测力值
	始		
	中		
	末		
4、示值漂移/ $\mu\text{m}$ :			



5、 示值 变动性 / $\mu\text{m}$	位置	1	2	3	4	5	示值变动性						
	始												
	中												
	末												
6、 示值 误差 及 回程 误差	行程/mm		校准点/mm										
			0.00	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20
			误差/ $\mu\text{m}$										
	0.0~0.2	正											
		反											
	0.2~0.4	正											
		反											
	0.4~0.6	正											
		反											
	0.6~0.8	正											
		反											
	0.8~1.0	正											
		反											
	行程/mm		校准点/mm										
			0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
			误差/ $\mu\text{m}$										
	1.0~1.5	正											
		反											
	1.5~2.0	正											
		反											
	2.0~2.5	正											
		反											

	2.5~3.0		正													
			反													
	行程 /mm	校准点/mm														
		3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
		误差/ $\mu\text{m}$														
	正															
反																
6、示值误差及回程误差	行程/mm		校准点/mm													
			0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00			
			误差/ $\mu\text{m}$													
	10~20	正														
		反														
	20~30	正														
		反														
	任意 0.02mm 示值误差/ $\mu\text{m}$															
	任意 0.2mm 示值误差/ $\mu\text{m}$															
	任意 1.0mm 示值误差/ $\mu\text{m}$															
	全量程示值误差/ $\mu\text{m}$															
回程误差/ $\mu\text{m}$																
7、示值误差测量结果不确定度		$U=$ ( $k=$ )														

备注:

校准日期:

校准地点:

校准人员:

核验人员:

## 附录 C

### 校准证书或校准报告内容

- a) 标题，如“校准证书”或“校准报告”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点；
- d) 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页的标识；
- e) 委托单位的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性的应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- h) 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- i) 本次校准所用标准器具的溯源性及有效性说明；
- j) 校准环境的描述；
- k) 校准结果及其测量不确定度的说明，必要时可以插入误差（曲线）示意图；
- l) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期；
- m) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- n) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书或报告的声明。

## 附录 D

## 校准结果 (式样)

序号	校准项目		校准结果
1	测头测量面表面粗糙度 $R_a/\mu\text{m}$		
2	行程/mm		
3	测量力	最大测量力/N	
		测量力变化/N	
		测量力落差/N	
4	示值漂移/ $\mu\text{m}$		
5	示值变动性/ $\mu\text{m}$		
6	示值误差	任意 0.02mm/ $\mu\text{m}$	
		任意 0.2mm/ $\mu\text{m}$	
		任意 1mm/ $\mu\text{m}$	
		全量程/ $\mu\text{m}$	
7	回程误差/ $\mu\text{m}$		

示值误差测量结果不确定度:

以下空白

